

(19) Japan Patent Office  
(JP)(12) **Japanese Unexamined Patent Application Publication (A)**(11) Japanese Unexamined Patent  
Publication Number**H 11-188113**

(3) Publication date: July 13, 1999

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	Identification codes	F1
A 61 N 1/378		A 61 1/378

Request for examination: Not yet requested: Number of claims: 8 OL (Total of 6 pages)

(21) Application number	9-359519	(71) Applicant	000004237 NEC Corporation 7-1 Shiba, 5-chome, Minato-ku, Tokyo
(22) Date of application	December 26, 1997	(71) Applicant	396020800 Japan Science & Technology Corporation 1-8 Honmachi, 4-chome, Kawaguchi-shi, Saitama
		(71) Applicant	000194860 Hoshimiya NOZOMI 2-15 Minamikoizumi, 2-chome, Wakabayashi-ku, Sendai-shi, Miyagi
		(71) Applicant	592126555 Yasunobu HANDA 37-8 Takamori, 6-chome, Izumi-ku, Sendai-shi, Miyagi
		(71) Applicant	392013648 Hidetoshi MATSUKI 2-36-4 Yagi Yamamoto-machi, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi
		(72) Inventor	Seiichi ICHIKAWA NEC Corporation 7-1 Shiba, 5-chome, Minato-ku, Tokyo
		(74) Agent	Tadashi WAKABAYASHI, Patent Attorney

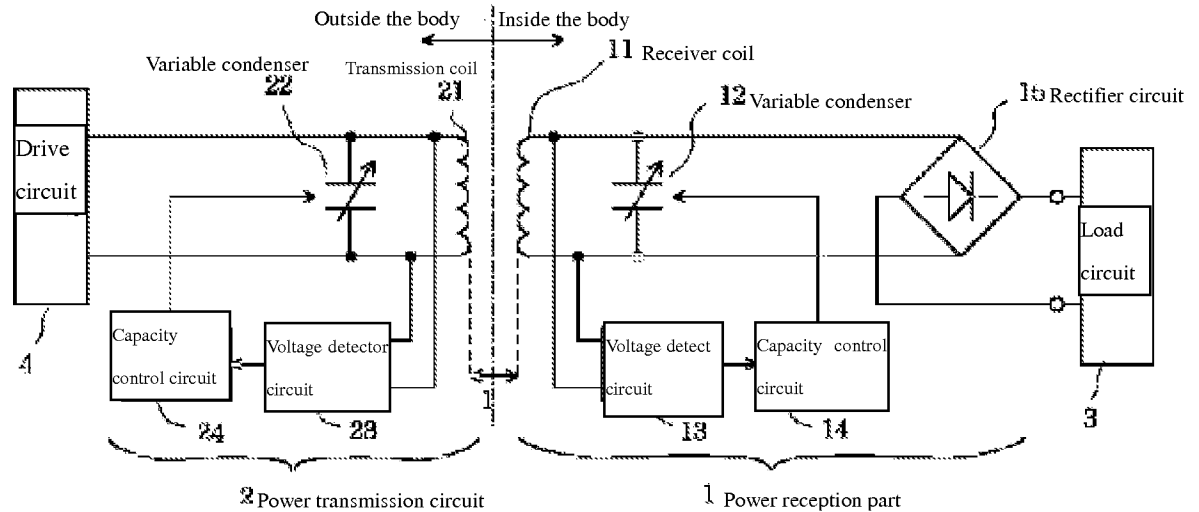
(54) Title of Invention: Power Transmission System, Power Transmission Method, and Electric Stimulation Device Provided with the Power Transmission System

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To transmit power stably without destroying the resonance state of a coil even when the distance of transmission and receiver coils fluctuates.

**SOLUTION:** This system is provided with a transmitter coil 21 and a receiver coil 11 oppositely-disposed with the skin interposed therebetween, a variable capacitor 22 which constitutes a

resonant circuit by being connected to the transmitter coil 21, a variable capacitor 12 which constitutes the resonant circuit by being connected to the receiver coil 11, voltage detection circuits 23 and 13 for detecting voltage levels in the transmitter coil 21 and the receiver coil 11 respectively, a capacity control circuit 24 for inputting the voltage level detected in the voltage detection circuit 23 and varying the capacity of the variable capacitor 22 so that the detected voltage level takes the highest value at all times, and a capacity control circuit 14 for inputting the voltage level detected in the voltage detection circuit 13 and varying the capacity of the variable capacitor 12 so that the detected voltage level takes the highest value at all times.



## Scope of Claims

Claim 1 A power transmission system which inductively transmits power is provided with a pair of oppositely-disposed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil, comprises:

- a first variable condenser which is connected to the transmitter coil and which constitutes a resonant circuit;

- a second variable condenser which is connected to the receiver coil and which constitutes a resonant circuit;

- a first voltage detection means which detects the voltage level in the transmitter coil;

- a second voltage detection means which detects the voltage level in the receiver coil;

- a first capacity control means which inputs the voltage level detected by the first voltage detection means, varying the capacity of the first variable condenser so that the detected voltage level at all times takes its maximum value;

- and a second capacity control means which inputs the voltage level detected by the second voltage detection means, varying the capacity of the second variable condenser so that the detected voltage level at all times takes its maximum value.

## Claim 2

In the power transmission system recited in Claim 1,

the first capacity control means performs control so that the resonant circuit comprised of the transmitter coil and the first variable condenser resonate to the frequency of the power carrier wave;

and the second capacity control means performs control so that the resonant circuit comprised of the transmitter coil and the second variable condenser resonate to the frequency of the power carrier wave.

## Claim 3

A power transmission system which inductively transmits power is provided with a pair of oppositely-disposed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil, comprises:

- a first variable condenser which is connected to the transmitter coil and which constitutes a resonant circuit;

- a second variable condenser which is connected to the receiver coil and which constitutes a resonant circuit;

- a voltage detection means which detects the voltage level in the transmitter coil;

- and a capacity control means which inputs the voltage level detected by the voltage detection means, varying the capacities of the first and second variable condensers, respectively, so that at all times they take the highest value of the detected voltage level.

## Claim 4

The power transmission system recited in Claim 3 comprises:

- a paired transmitter coil and receiver coil which are oppositely-disposed and which are different from the aforesaid pair of power supply coils;

- a first condenser which is connected to the transmitter coil and which comprises a first resonant circuit;

- a second condenser which is connected to the receiver coil and which comprises a second resonant circuit;

- a signal transmission means which inputs a control signal which is outputted by the capacity control means and supplies this input signal to the first resonant circuit;

- and a signal receiver means which inputs the control signal which is received via the second resonant circuit and applets the input control signal to the first variable condenser.

#### Claims 5

An electric stimulation device is provided with any of the power transmission systems recited in Claims 1-4 and comprises:

- an electric stimulation means which is implanted with a receiver coil in the body which receives power supply by means of the receiver coil and electrically stimulates paralyzed parts of the body;

- and a control means which is connected to the receiver coil which controls the supply of electric power from outside of the body to the stimulation means and controls the stimulation operation.

#### Claim 6

A power transmission method which inductively transmits power between a pair of oppositely-posed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil wherein:

- the voltage levels in the transmitter coil and in the receiver coil are detected and the resonance states of the transmitter coil and of the receiver coil are at all times controlled so that their respective detected voltage levels take the highest values.

#### Claim 7

A power transmission method which inductively transmits power between a pair of oppositely-posed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil wherein:

- the voltage level in the receiver coil is detected and the resonance states of the transmitter coil and of the receiver coil are at all times controlled so that their respective detected voltage levels take the highest values.

#### Claim 8

The power transmission method recited in Claim 6 or Claim 7 wherein the transmitter coil

and the receiver coil are controlled so that they resonate to the frequency of the power carrier wave.

## Detailed Description of the Invention

0001

### Industrial Field of the Invention

This invention pertains to power transmission systems and power transmission methods which use a pair of power supply coils disposed of oppositely which transmit electric energy between these coils. More specifically, it pertains to power transmission devices and power transmission methods applied to a variety of devices used in therapy and rehabilitation to externally control bodily functions by means of electric stimulation, such as the bodily functions paralyzed due to stroke, spinal cord injury, and other impairment of the central nervous system. What is meant by power transmission here includes the transmission of control signals and the like, and is not limited to the transmission of electric power.

0002

### Prior Art

Electric stimulation devices using electrical stimulation to treat and rehabilitate paralyzed body functions are basically comprised of stimulation devices which are implanted in the body which electrically stimulate the paralyzed portions of the body, and the main apparatus which is disposed outside of the body and which transmit power and signals and drive the stimulation device which is implanted in the body. Known power transmission systems for this kind of electric stimulation device wherein electric power and signals are transmitted from the main apparatus to the stimulation device implanted in the body include those using a pair of power supply coils which is disposed oppositely to each other with the skin interposed therebetween (for example, they may consist of hollow coils, electromagnetic coils, or the like), and electric power and signals are transmitted from a power supply coils outside of the body to the power supply coils in the body, thereby transmitting electric power and signals to the stimulation device implanted in the body. One example is the Publication of Unexamined Patent Application 05-317434, wherein a system provided with a non-contact type power supply coil is disclosed.

0003

The system disclosed in this patent publication is provided with a first power supply coil which is an electric stimulation device which is also completely implanted in the body, and a second power supply coil disposed oppositely and in parallel to the first power supply coil with the skin interposed therebetween, and by supplying high frequency power to the second power supply coil which is placed outside of the body, the high-frequency power thus supplied is inductively transmitted to the first power supply coil located in the body, and the power is transformed to the desired frequency in the first power supply coil.

0004

Additionally, Publication of Unexamined Patent Application 04-285436 discloses a system wherein power is inductively transmitted from an external transmitter coil to a target coil which is connected to an implanted capacitance element which is constituted so that resonance coupling can be maintained between the coils.

0005

#### Problems Which the Invention Seeks to Resolve

As outlined above, power transmission is performed inductively in a resonance state between coils in power transmission systems which perform power transmission between pairs of power supply coils which are oppositely disposed. However, there is the problem in these prior art systems in that the resonance parameters of the receiver-site coil are fixed so that, for example, the mutual inductance between the coils ends up changing if the distance between the coils changes or if the coils shift sideways, with the result that the resonance state of the coils is destroyed. Consequently, the load circuit of the electric stimulation device or other device which is connected to the receiver coil ceases to function.

0006

It is therefore an objective of the present invention to provide a power transmission system and power transmission method in which power is transmitted stably without destroying the resonance state of a coil even when the distance of transmission and receiver coils fluctuates. A further objective is to provide an electric stimulation device equipped with this power transmission system.

0007

#### Means of Solving the Problems

To achieve the aforesaid objectives, the first power transmission system of this invention inductively transmits power is provided with a pair of oppositely-disposed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil, and comprises: A first variable condenser which is connected to the transmitter coil and which constitutes a resonant circuit; a second variable condenser which is connected to the receiver coil and which constitutes a resonant circuit; a first voltage detection means which detects the voltage level in the transmitter coil; a second voltage detection means which detects the voltage level in the receiver coil; a first capacity control means which inputs the voltage level detected by the first voltage detection means, varying the capacity of the first variable condenser so that the detected voltage level at all times takes its maximum value; and a second capacity control means which inputs the voltage level detected by the second voltage detection means, varying the capacity of the second variable condenser so that the detected voltage level at all times takes its maximum value.

0008

The second power transmission system of this invention inductively transmits power and is provided with a pair of oppositely-disposed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil, comprises: A first variable condenser which is connected to the transmitter coil and which constitutes a resonant circuit; a second variable condenser which is connected to the receiver coil and which constitutes a resonant circuit; a voltage detection means which detects the voltage level in the transmitter coil; and a capacity control means which inputs the voltage level detected by the voltage detection means, varying the capacities of the first and second variable condensers, respectively, so that at all times they take the highest value of the detected voltage level.

0009

In contrast to the above case in which there is a pair of power supply coils, it is also acceptable to provide oppositely-disposed transmission and receiver coils; a first condenser constituted of a first oscillator circuit which is connected to the transmitter coil; a second condenser constituted of a second oscillator circuit which is connected to the receiver coil; a signal transmission means which inputs a control signal which is outputted from the capacity control means and supplies that inputted signal to the first oscillator circuit; and a signal reception means which inputs the control signal which has been received via the second oscillator circuit and outputs the inputted control signal to the first variable condenser.

0010

The electric stimulation device of this invention is provided with any of the power transmission systems recited above and comprises: An electric stimulation means which is implanted with a receiver coil in the body which receives power supply by means of the receiver coil and electrically stimulates paralyzed parts of the body; and a control means which is connected to the receiver coil which controls the supply of electric power from outside of the body to the stimulation means and controls the stimulation operation.

0011

The first power transmission method of the present invention inductively transmits power between a pair of oppositely-posed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil wherein the voltage levels in the transmitter coil and in the receiver coil are detected and the resonance states of the transmitter coil and of the receiver coil are at all times controlled so that their respective detected voltage levels take the highest values.

0012

The second power transmission method of the present invention inductively transmits power between a pair of oppositely-posed power supply coils wherein one is a transmitter coil and the other is a receiver coil wherein the voltage level in the receiver coil is detected and the resonance states of the transmitter coil and of the receiver coil are at all times controlled so that their

respective detected voltage levels take the highest values.

0013

#### Operation of the Invention

The present invention is an oscillator circuit which is constituted of a transmitter coil and a first variable condenser, and an oscillator circuit constituted of a receiver coil and a second variable condenser, so that the oscillation frequencies of each oscillator circuit vary the capacitance of the respective variable condensers, thereby facilitating control. Therefore even if, for example, the distance between the transmitter coils fluctuates and the mutual inductance of the transmitter coils varies, the oscillation states of the oscillator circuits can be controlled in response to these variations and power transmission between the transmitter coils can at all times be maintained in its optimal state.

0014

#### Preferred Embodiments of the Invention

The following descriptions of preferred embodiments of the invention are made with reference to the drawings.

0015

#### Embodiment 1

Figure 1 is a block diagram showing the general configuration of a power transmission system of a first embodiment of this invention. This power transmission system has a power reception part 1 which is used in an electric stimulation device to treat and rehabilitate bodily functions by means of electric stimulation which is connected to a load circuit 3 (stimulation device) which electrically stimulates paralyzed portions of the body, and which is implanted in the body along with the load circuit 3; and a power transmission part 2 which transmits electric power and signals to the load circuit 3 which is implanted in the body, which is connected to a drive circuit 4 (main apparatus) which transmits electric power and signals to the load circuit 3 which is implanted in the body and which controls stimulation operations, and which is located outside of the body along with the drive circuit 4.

0016

The power reception part 1 has an LC circuit (resonant circuit) comprised of a receiver coil 11 to receive electric power supply from outside of the system and a variable condenser 12 which is connected in parallel thereto; a voltage detection circuit 13 which detects the voltage level received by the receiver coil 11; a capacity control circuit 14 which inputs the voltage level which has been detected by the voltage detector circuit 13 and varies the capacity of the variable condenser 12 so that the highest value of the level of the voltage detected is taken at all times; and a rectifier circuit 15 which rectifies the voltage received by the receiver coil 11 from alternating current to direct current.

0017

The power transmission part 2 has an LC circuit (oscillator circuit) which is comprised of a transmitter coil 21 which is disposed in parallel and opposite to the receiver coil 11 which is implanted in the body and which inductively transmits power to the receiver coil 11 and a very able condenser 22 which is connected in parallel thereto; a voltage detection circuit 23 which detects the voltage level transmitted by the transmitter coil 21; and a capacity control circuit 24 which inputs the voltage level which is detected by the voltage detection circuit 23 and varies the capacity of a variable condenser 22 so that the highest value of the level of the voltage detected is taken at all times.

0018

Any sort of transmitter and receiver coils 11 and 21 may be used as long as power can be inductively transmitted between the coils and hollow coils, magnetic coils, among others can be used.

0019

In the power transmission system constituted as described above, when power is transmitted from the drive circuit 4 to the transmitter coil 21 in the power transmission part 2 to drive the load circuit 3, power is transmitted inductively from the transmitter coil 21 to the receiver coil 11 of the power reception part 1. At this time, if the resonant circuits of the power reception part 1 and of the power transmission part 2 are in put into a resonant state with the frequency of the power carrier wave, almost all of the power which is supplied from the drive circuit 4 is used by the load circuit 3 while, if it is not resonating, the power is wasted by the receiver coil 11 of the power reception part 1 and by the circuits (voltage regulators) which are connected thereto. The power which is received by the receiver coil 11 is supplied to the load circuit 3 via the rectifier circuit 15.

0020

At this point, the resonant circuits of the power reception part 1 and of the power transmission part 2 are in a resonant state with the frequency of the power carrier wave and are in a state where the transmission of power is taking place. If the distance between the transmission coil 21 and the reception coil 11 varies, the mutual inductance of the transmission and reception coils varies and as a result the resonance parameters change, as well. When the resonance parameters change, the voltage level of the power carrier wave becomes smaller and this change in the voltage level is detected by the voltage detection circuits 13, 23 in the power reception part 1 and power transmission part 2.

0021

When the voltage level drops, the capacity of the variable condenser 12 is varied so that the

capacity control circuit 14 takes the maximum value of the detected voltage level based on the output of the voltage detector circuit 13. Similarly, the capacity of the variable condenser 22 is varied so that the capacity control circuit 24 takes the maximum value of the detected voltage level based on the output of the voltage detector circuit 23. Therefore, even if the mutual inductance of the transmitter and receiver coils varies, power transmission can be performed at all times in a resonant state with the frequency of the power carrier wave.

0022

Therefore, in the power transmission system of this embodiment the detection of transmission voltage and reception voltage is performed by the voltage detection part provided in the transmission part and reception part, respectively, and is constituted so that the capacity of the condensers in the resonant circuits of the transmission part and reception part are automatically corrected so as to maintain a resonant state so that power transmission is performed in an optimal state.

0023

Although the foregoing description cites an example in which a device is applied to the external control of bodily functions, the present invention is not limited to thereto, and may be applied to any device which facilitates power supply wherein an oppositely-disposed pair of power supply coils is used and electrical energy is inductively transmitted.

0024

#### Embodiment 2

Although the first embodiment described above is constituted so that the transmission and reception parts are independent of each other and the resonant states of the transmission and reception coils are controlled, the voltage level of the reception coil may be detected and the resonant state of the reception coil may be controlled on the basis of these detection results.

0025

Figure 2 is a block diagram showing the general configuration of a second embodiment of the power transmission system of this invention. In the drawing, the same callout numbers are used as those in the constitution of the first embodiment shown in Figure 1.

0026

In the power transmission system of this embodiment, the voltage detection circuit 23 and capacity control circuit 24 on the power transmission part 2-side of the first embodiment described above are eliminated, and the capacity control circuit 14 on the power reception part 1-side controls the respective capacities of the variable condensers 12 and 22 on the basis of the voltage levels detected by the voltage detection circuit 13. Therefore, in this constitution, a resonant circuit comprised of a transmission coil 17 and a condenser 18 and a resonating feed-

back signal transmission circuit 19 as a feedback signal (control signal to control the capacity of the variable condenser 22 on the power transmission part 2-side), are provided on the power reception part 1 side, while a reception coil 27 disposed parallel and opposite to the transmission coil 17 and a feedback signal reception circuit 29 which receives the feedback signals transmitted from the capacity control circuit 14 which receives signals from the reception coil 27 and outputs these received signals as control signals to the variable condenser 22 are provided on the power transmission 2-side.

0027

In the power transmission system constituted as above, when power is supplied from the drive circuit 4 to the transmission coil 21 in the power transmission part 2 to drive the load circuit 3, power is inductively transmitted from the transmission coil 21 to the reception coil 11 in the power reception part 1, as in the first embodiment.

0028

At this point, the resonant circuits in the power reception part 1 and in the power transmission part 2 are put into a resonance state according to the frequency of the power carrier wave, and power transmission is performed. When the distance 1 [sic] between the transmission coil 21 and the reception coil 11 varies, the mutual inductance between the transmission and reception coils changes and as a result, the resonance parameters change. When the resonance parameters change, the voltage level of the power carrier wave becomes smaller and this change in the voltage level is detected by the voltage detection circuit 13 in the power reception part 1.

0029

When the voltage level drops, the capacity of the variable condenser 12 is varied so that the capacity control circuit 14 takes the maximum value of the detected voltage level based on the output of the voltage detector circuit 13 and at the same time, a feedback signal in order to vary the capacity of the variable condenser 22 is transmitted to the feedback signal transmission circuit 19. The feedback signal transmission circuit 19 which has received the feedback signal modulates this feedback signal to the desired frequency and transmits [the feedback signal] to the feedback signal reception circuit 29 via the resonant circuits. The feedback signal reception circuit 29 modulates the modulated signal that has been received and outputs this signal as a control signal to the variable condenser 22. In this way, the variable condenser 22 is controlled by the capacity control circuit 14 in the power reception part 1.

0030

As outlined above, the capacity control circuit 14 on the power reception part 1-side varies the capacity of the variable condensers 12, 22 so that they take the highest value of the detected voltage levels based on the voltage levels that have been detected by the voltage detection circuit 13. Therefore, even if the mutual inductance of the transmission and reception coils 11, 21

should vary power transmission at all times can take place in a resonant state according to the frequency of the power carrier wave.

0031

In this embodiment, although signal transmission in the transmission coil 17 and reception coil 27 is performed according to the same principle as the inductive power transmission that takes place between the transmission coil 21 and the reception coil 11, transmission and reception coils 17, 27 and the condensers 18, 28 to which they are connected have preset capacities according to the modulated frequency. Since the resonant parameters in this kind of feedback system are fixed, it is anticipated that the voltage level up for the feedback signal which is received will vary when the distance between the transmission and reception coils 17, 27 changes, but this is not a problem because this variation does not directly affect the supply of electric power to the stimulation device. Moreover, since the part which receives the feedback signal is provided on the main unit-side which is located outside of the body, an amplifier circuit or the like can be added thereby avoiding variations in the voltage of the feedback signal.

0032

#### Effect of the Invention

The invention constituted as described above has the effect of permitting the stable transmission of electric power without destroying the resonant state of the coil, it even when the distance between the transmission and reception coils varies, because the resonant state of the coil is controlled according to changes in the mutual inductance of the transmission and reception coils.

0033

The effect of the invention wherein the voltage level is detected in the reception coil and in which the resonant state of the transmission and reception coils is controlled so that the highest level of the voltage level is taken at all times is that the reception coil can resonate more reliably according to the frequency of the power carrier wave and a more stable transmission of power can be performed.

0034

Electric stimulation devices provided with the power transmission system of the present invention permits the stable supply of electric power to the stimulation device which is implanted in the body, thereby avoiding the problem of the prior art in which the reception of voltage in the reception-side coil decreases and the load circuit of the electric stimulation device and the like ceases to function, thereby providing an electric stimulation device with a high degree of reliability.

#### Brief Description of the Drawings

Figure 1 Block diagram showing the general constitution of a first embodiment of the power

transmission system of the invention

Figure 2 Block diagram showing the general constitution of a second embodiment of the power transmission system of the invention

Symbols

- 1 Power reception part
- 2 Power transmission part
- 3 Load circuit
- 4 Drive circuit
- 11, 27 Reception coil
- 12, 22 Variable condenser
- 13, 23 Voltage detection circuit
- 14, 24 Capacity control circuit
- 15 Rectifier circuit
- 17, 21 Transmission coil
- 18, 28 Condenser
- 19 Feedback signal transmission circuit
- 29 Feedback signal reception circuit

Fig. 1

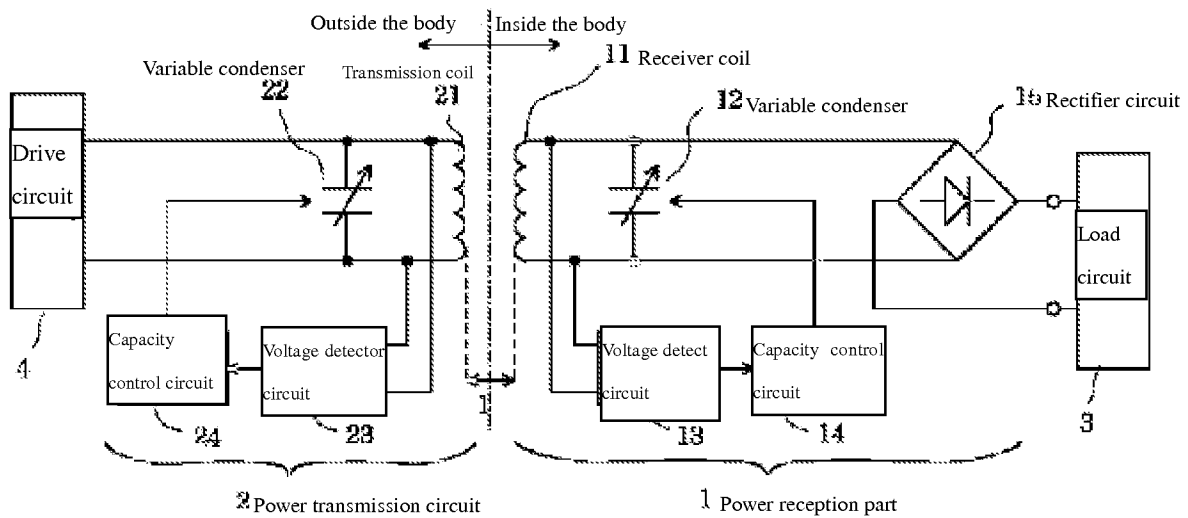
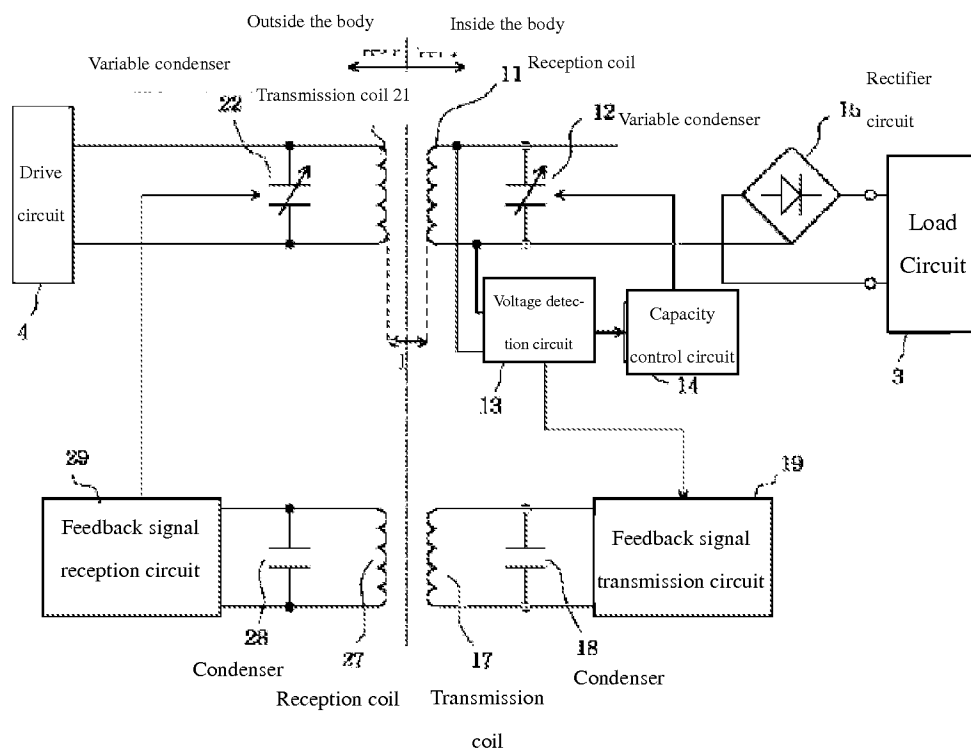


Fig. 2



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-155245

(43)公開日 平成11年(1999)6月8日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 J 17/00

B 6 0 L 5/00

識別記号

F I

H 0 2 J 17/00

B 6 0 L 5/00

B

B

審査請求 未請求 請求項の数6 ○ L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-321806

(22)出願日 平成9年(1997)11月21日

(71)出願人 000002059

神鋼電機株式会社

東京都江東区東陽七丁目2番14号

(72)発明者 奥野 敦

三重県伊勢市竹ヶ鼻町100番地 神鋼電機  
株式会社伊勢事業所内

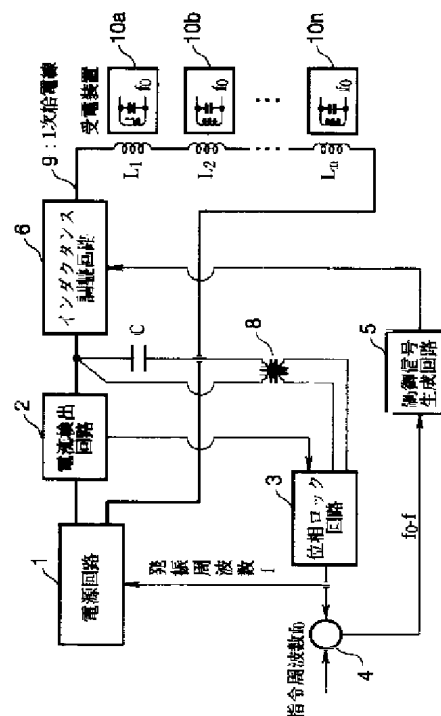
(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外11名)

(54)【発明の名称】 非接触給電における1次給電側電源装置

(57)【要約】

【課題】 1次給電線における負荷共振を追従し、受電装置の共振周波数に近づくように回路定数そのものの調整を行ない、受電装置における電力供給を効率的に行う。

【解決手段】 電源回路1は、発振周波数に関する入力信号に基づいて1次給電線9に高周波電流を供給する。位相ロック回路3は、1次給電線9における出力電流および共振電圧を入力信号とし、これらの位相が一致するように電源回路1に供給される発振周波数を決定する。インダクタンス調整回路6は、1次給電線9に接続され、制御信号に基づき1次給電線9全体のインダクタンス値を調整する。そして、制御信号生成回路5は、1次給電線9から電力を受ける受電装置10a～10n内の共振回路における共振周波数と位相ロック回路3により決定された発振周波数との差を入力信号とし、この入力された差が所定範囲になるように、インダクタンス調整回路6に供給する制御信号を生成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1次給電線に高周波電流を供給する電源回路と、

前記1次給電線における出力電流および共振電圧を入力信号とし、該出力電流と共振電圧の位相が一致するように前記電源回路に発振周波数を供給し前記高周波電流の周波数を調整する位相ロック回路と、

前記1次給電線に接続され給電線全体のインダクタンス値を調整するインダクタンス調整回路と、

前記1次給電線から電力を供給される負荷の共振周波数と前記位相ロック回路による発振周波数との差を求め、この差信号が所定範囲にあるように前記インダクタンス調整回路へ制御信号を供給する制御信号生成回路とを備えたことを特徴とする非接触給電における1次給電側電源装置。

【請求項2】 前記インダクタンス調整回路は、前記1次給電線に対して直列に接続される可変リアクトルを備え、前記制御信号に応じて給電線全体のインダクタンス値を調整することを特徴とする請求項1に記載の非接触給電における1次給電側電源装置。

【請求項3】 前記インダクタンス調整回路は、前記1次給電線に対して直列に接続される1以上のリアクトルと、前記各リアクトルに対して並列に接続されたスイッチとを備え、前記制御信号に応じて前記スイッチのオン、オフを行うことにより給電線全体のインダクタンス値を調整することを特徴とする請求項1に記載の非接触給電における1次給電側電源装置。

【請求項4】 1次給電線に高周波電流を供給する電源回路と、前記1次給電線における出力電流および共振電圧を入力信号とし、該出力電流と共振電圧の位相が一致するように前記電源回路に発振周波数を供給し前記高周波電流の周波数を調整する位相ロック回路と、前記1次給電線に接続され給電線全体のキャパシタ値を調整するキャパシタ調整回路と、前記1次給電線から電力を供給される負荷の共振周波数と前記位相ロック回路による発振周波数との差を求め、この差信号が所定範囲にあるように前記キャパシタ調整回路へ制御信号を供給する制御信号生成回路とを備えたことを特徴とする非接触給電における1次給電側電源装置。

【請求項5】 前記キャパシタ調整回路は、前記1次給電線に並列に接続される可変コンデンサを備え、前記制御信号に応じて給電線全体のキャパシタ値を調整することを特徴とする請求項4に記載の非接触給電における1次給電側電源装置。

【請求項6】 前記キャパシタ調整回路は、前記1次給電線に対して並列に接続される1以上のコン

デンサと、前記各コンデンサに対して直列に接続されたスイッチとを備え、

前記制御信号に応じて前記スイッチのオン、オフを行うことにより給電線全体のキャパシタ値を調整することを特徴とする請求項4に記載の非接触給電における1次給電側電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1次給電線を介して電力を供給する非接触給電における1次給電側電源装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電力を供給する側の1次給電線に高周波電流を流すと、電力を受ける受電装置内に設けられた2次巻線が1次給電線において発生する磁界と磁氣的に結合され、電圧が誘導される。この原理を利用して、1次給電線から2次巻線に非接触で電力を供給することを非接触給電と呼ぶ。図10は、非接触給電における1次給電側電源装置の一従来例を示した図である。この装置は、電源回路1と、位相ロック回路3を主な構成要素としている。ここで、電源回路1は、高周波インバータ等により構成され、位相ロック回路3から送られる発振周波数 $f$ に関する入力信号に基づいて非接触給電のための1次給電線9に高周波電流を供給する。また、位相ロック回路3は、1次給電線9における出力電流および共振電圧を入力信号とし、出力電流と共振電圧の位相が一致するように電源回路1に与える発振周波数 $f$ を決定する。ここで、入力される出力電流はカレント・トランスフォーマ等の電流検出部2により検出され、共振電圧はポテンシャル・トランスフォーマ8により検出される。このように位相ロック回路3で位相が一致するようにロックするのは、1次給電線と非接触給電により電力を受ける受電装置10a～10n間で生じるインダクタンス $L1\sim Ln$ およびキャパシタ $C$ からなる負荷側のLC共振周波数である負荷共振 $f$ に同調して周波数制御を行うためであり、電力供給の効率を向上させるためである。なお、1次給電線9は分布定数回路であり、インダクタンスが分布しているが、これを図10において、線路の適当個所にインダクタンス $L1\sim Ln$ として集中して表わしている。ところで、電力の供給を受ける受電装置10a～10nとしては、あらかじめ決められた軌道を移動する複数の搬送車等が考えられ、この場合、1次給電線9は、この軌道に沿って設置されることになる。なお、受電装置10a～10n内に設ける2次巻線は、有効電力をあげるために共振回路となっている。また、共振回路の構成を簡単にするために、一般にその共振周波数は固定となっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、複数台の搬

送車が存在する非接触給電を利用した搬送システムにおいては、搬送車（受電装置）は運行・停止を行ない、しかも、軌道上における搬送車の台数が変化する場合もある。このように搬送車の運行・停止、台数の変化により1次給電線側のインダクタンス $L$ が変化する。すなわち、図10に示すインダクタンス $L_1 \sim L_n$ の値が変化し、その結果負荷共振 $f$ の値が変化することになる。そのため、搬送車の共振周波数 $f_0$ と1次給電線側の負荷共振 $f$ とがずれ、効率的な電力の供給ができなくなる。すなわち、図11に示すように1次給電線側の負荷共振 $f$ が搬送車の共振周波数 $f_0$ とずればずれるほど、搬送車に供給される電力が少なくなる。そして、搬送車において必要となる必要電力を得るための負荷共振 $f$ の範囲 $f_0 \pm \Delta f$ から外れてしまうと、搬送車の運行に支障が生じてしまうという問題も生じる。この問題を解決するために、搬送車側の共振周波数 $f_0$ を負荷共振 $f$ にあわせるために、例えば搬送車側のキャパシタを微調整する機能を持たせてもよいが、搬送車ごとにこの機能が必要となり、コストが高くなってしまふ。

【0004】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、負荷共振 $f$ を追尾し、受電装置の共振周波数 $f_0$ に近づくよう1次給電線の回路定数そのものを調整することで、受電装置における電力供給を効率的に行える非接触給電における1次給電側電源装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のうち請求項1に記載の発明は、1次給電線に高周波電流を供給する電源回路と、前記1次給電線における出力電流および共振電圧を入力信号とし、該出力電流と共振電圧の位相が一致するように前記電源回路に発振周波数を供給し前記高周波電流の周波数を調整する位相ロック回路と、前記1次給電線に接続され給電線全体のインダクタンス値を調整するインダクタンス調整回路と、前記1次給電線から電力を供給される負荷の共振周波数と前記位相ロック回路による発振周波数との差を求め、この差信号が所定範囲にあるように前記インダクタンス調整回路へ制御信号を供給する制御信号生成回路とを備えたことを特徴とする非接触給電における1次給電側電源装置である。また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の非接触給電における1次給電側電源装置において、前記インダクタンス調整回路が、前記1次給電線に対して直列に接続される可変リアクトルを備え、前記制御信号に応じて給電線全体のインダクタンス値を調整することを特徴としている。また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の非接触給電における1次給電側電源装置において、前記インダクタンス調整回路が、前記1次給電線に対して直列に接続される1以上のリアクトルと、前記各リアクトルに対して並列に接続されたスイッチとを備え、前記制御信号に応じて前記ス

イッチのオン、オフを行うことにより給電線全体のインダクタンス値を調整することを特徴としている。

【0006】次に、請求項4に記載の発明は、1次給電線に高周波電流を供給する電源回路と、前記1次給電線における出力電流および共振電圧を入力信号とし、該出力電流と共振電圧の位相が一致するように前記電源回路に発振周波数を供給し前記高周波電流の周波数を調整する位相ロック回路と、前記1次給電線に接続され給電線全体のキャパシタ値を調整するキャパシタ調整回路と、前記1次給電線から電力を供給される負荷の共振周波数と前記位相ロック回路による発振周波数との差を求め、この差信号が所定範囲にあるように前記キャパシタ調整回路へ制御信号を供給する制御信号生成回路とを備えたことを特徴とする非接触給電における1次給電側電源装置である。また、請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の非接触給電における1次給電側電源装置において、前記キャパシタ調整回路が、前記1次給電線に並列に接続される可変コンデンサを備え、前記制御信号に応じて給電線全体のキャパシタ値を調整することを特徴としている。また、請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の非接触給電における1次給電側電源装置において、前記キャパシタ調整回路が、前記1次給電線に対して並列に接続される1以上のコンデンサと、前記各コンデンサに対して直列に接続されたスイッチとを備え、前記制御信号に応じて前記スイッチのオン、オフを行うことにより給電線全体のキャパシタ値を調整することを特徴としている。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態による非接触給電における1次給電側電源装置を図面を参照して説明する。

（第1の実施の形態）図1は、本発明の一実施形態による非接触給電における1次給電側電源装置のブロック図である。図1よりこの装置は、電源回路1と、位相ロック回路3と、制御信号生成回路5と、インダクタンス調整回路6とを主な構成要素としている。ここで、電源回路1は、位相ロック回路3からの発振周波数 $f$ に関する入力信号に基づいて非接触給電のための1次給電線9（図において太い線で示す）に高周波電流を供給するもので、高周波インバータ等により構成される。位相ロック回路3は、1次給電線9における出力電流および共振電圧を入力信号とし、この出力電流と共振電圧の位相が一致するように電源回路1に供給する発振周波数 $f$ を調整する。すなわち、1次給電線における負荷であるインダクタンスの変化によるLC共振周波数の変化に追従して電源回路1による電流周波数を変更する。ここで、入力される出力電流はカレント・トランスフォーマ等の電流検出部2により検出され、共振電圧はポテンシャル・トランスフォーマ8等により検出される。このように位相ロック回路3で位相が一致するようにロックするの

は、1次給電線と非接触給電により電力を受ける受電装置10a～10n間で生じるインダクタンス $L_1 \sim L_n$ およびキャパシタCからなる負荷側のLC共振周波数（以下「負荷共振」と呼ぶ）に同調して周波数制御を行うためである。すなわち、この回路により電源回路1における電流の発振周波数が負荷共振 $f$ と一致するように調整される。なお、1次給電線9は分布定数回路であり、インダクタンスが分布しているが、これを図1において、線路の適当個所にインダクタンス $L_1 \sim L_n$ として集中して表わしている。

【0008】また、インダクタンス調整回路6は、1次給電線9に接続され、制御信号生成回路5からの制御信号に基づき1次給電線9全体のインダクタンス値を調整する。そして、制御信号生成回路5は、1次給電線9から電力を供給させる受電装置10a～10n内に設けられた共振回路における共振周波数 $f_0$ 、すなわち1次給電線9から電力を供給させる負荷の共振周波数 $f_0$ と、位相ロック回路3により決定された発振周波数 $f$ との差を入力信号とし、この入力された差が所定範囲にあるように、インダクタンス調整回路6に供給する制御信号を生成する。なお、この差 $(f_0 - f)$ は、減算回路4において演算される。すなわち、図1に示す非接触給電における1次給電側電源装置により、制御信号生成回路5からの制御信号に基づいて、インダクタンス調整回路6においてインダクタンスが調整され、受電装置10a～10nにより生じるインダクタンス $L_1 \sim L_n$ 、インダクタンス調整回路6でのインダクタンスおよび1次給電線側のキャパシタCから決定される負荷共振 $f$ が、受電装置10a～10nの共振周波数 $f_0$ を中心とした所定範囲内になるように調整される。なお、以下では電力の供給を受ける受電装置10a～10nとして、あらかじめ決められた軌道を移動する複数の搬送車を想定し、1次給電線9はこの軌道に沿って設置されているものとする。また、受電装置10a～10n内に設ける2次巻線は、有効電力をあげるために共振回路となっており、その共振周波数 $f_0$ は固定であるものとする。

【0009】次に、この非接触給電における1次給電側電源装置を構成する各回路についてより詳細に説明する。図2は、位相ロック回路3の構成の一例を示したものであり、位相比較器31、フィルタ32、VCO (Voltage Controlled Oscillator: 電圧制御発信器) 33により構成される。この回路はいわゆるフェーズ・ロック・ループ (Phase Lock Loop: PLL) になっており、出力電流と共振電圧の周波数の位相を一致させる、すなわち0度ロックのPLLである。以下に、位相ロック回路3を構成する位相比較器31、フィルタ32、VCO 33について簡単に説明する。図3は、位相ロック回路3における位相比較器31の動作を説明するための図である。なお、図3(a)(b)は、それぞれ電流検出回路2により検出された出力電流、および、ポテンシャル

・トランスフォーマ8により検出された共振電圧の波形である。図3(a)に示す出力電流の波形は、位相比較器31に入力され、基準レベルとレベルの比較が行われ図3(c)のような信号波形が選られる。図3(b)に示す共振電圧の波形も、同様に位相ロック回路3に入力され基準レベルとレベルの比較が行われ図3(d)のような信号波形が得られる。そして、位相比較器31において、図3(c)と(d)に示すような得られた信号の排他論理和がとられ、図3(e)に示すようなパルス信号を得る。そして、得られたパルス信号、すなわち2つの入力信号の位相差に対応するような電圧を発生し、フィルタ32に供給する。フィルタ32では、低域通過フィルタ等により構成され、位相比較器31からの信号の高周波成分を除去するとともに、フェーズ・ロック・ループにおける同期特性や応答特性を決定する。VCO 33は発振器等により構成され、フィルタ32からの制御電圧によって発振周波数 $f$ を変化させる。以上により位相ロック回路3では、1次給電線9における出力電流および共振電圧を入力信号とし、この出力電流と共振電圧の位相が一致するように電源回路1に発振周波数 $f$ を供給し高周波電流の周波数を調整する。

【0010】次に電源回路3について説明する。図4は、電源回路3の構成を示した単線結線図である。図に示すように電源回路1は、制御回路11、サイリスタ12、ドライブ回路13、電流型インバータ14により構成される。制御回路11は、位相ロック回路3からの発振周波数 $f$ を入力信号とし、この信号に基づいて、サイリスタ12のゲートへの信号および、電流型インバータ14をドライブするドライブ回路13への信号を生成する。なお、サイリスタ12への信号によりパワー制御を行い、ドライブ回路13への信号によりPLL制御を行うことになる。サイリスタ12は3相の交流から、制御回路11からゲートに加えられる信号に応じたパワーの直流を出力する。ドライブ回路13は、制御回路13からの信号に応じて電流型インバータ14をドライブするための信号を出力し、この信号により、電流型インバータ14は、周波数 $f$ の高周波電流を1次給電線9に対して出力する。なお、ここでは、電源回路1として、電流型インバータを用いた例を示したが、電圧型インバータでも同様のことが可能である。

【0011】制御信号生成回路5は、減算回路4において減算された受電装置10a～10nにおける共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路3で決定された発振周波数 $f$ との差を入力信号とし、この差が所定範囲となるように、インダクタンス調整回路6で調整されるインダクタンス値の決定を行う。なお、ここでの所定範囲は、図11に示すように、受電装置10a～10nで必要となる必要電力が得られる負荷共振 $f$ の範囲で、

$$-\Delta f < (f_0 - f) < \Delta f$$

の範囲もしくはこれよりも狭い範囲であるものとする。

なお、制御信号生成回路5は、差 $(f_0 - f)$ が上述の範囲外であって、その差がプラスの場合、すなわち共振周波数 $f_0$ の方が大きい場合には、負荷共振 $f$ を上げるために1次給電線における負荷側のインダクタンスを下げる制御信号をインダクタンス調整回路6に対して出力する。一方、上述の範囲外であって、入力される差が

$$\text{共振周波数} = 1 / \{ 2\pi (C \cdot L)^{1/2} \} \cdots (1)$$

である。よって、この式を利用して、制御信号生成回路5は、インダクタンスの調整量を決定する。

【0012】次に、インダクタンス調整回路6の構成図を図5、図6に示す。図5は、インダクタンス調整回路6において、可変リアクトルを使用した場合の構成を示す図である。図において、符号61が可変リアクトルである。このインダクタンス調整回路7において、制御回路62は制御信号生成回路5からの制御信号に基づき、可変リアクトル61のインダクタンス値の調整を行う。なお、可変リアクトル61は、1次給電線に対して直列に接続される。このように、可変リアクトル61を用いることで、1次給電線における負荷側の負荷共振 $f$ を細かく調整することが可能となる。

【0013】図6は、インダクタンス調整回路6において、符号63a～63nに示すようにリアクトルとスイッチとを組にしたもの複数直列に接続したものを使用した場合の構成を示す図である。このインダクタンス調整回路6において、制御回路64は制御信号生成回路5からの制御信号に基づき、各リアクトルに並列に接続されたスイッチのオン・オフを制御することによりインダクタンス値の調整を行う。なお、このような構成では、1次給電線における負荷側の負荷共振 $f$ を段階的にしか調整できないが、制御信号生成回路5における制御信号の発生パターンを限定でき、制御信号生成回路5における負荷を減らすことが可能になる。なお、図1において、制御信号生成回路5には減算回路4が含まれ、1次給電線9から電力を供給される負荷の共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路3による発振周波数 $f$ とを入力信号とし、制御信号生成回路5において、この共振周波数 $f_0$ と発振周波数 $f$ との差を求め、この差信号が所定範囲にあるようにキャパシタ調整回路7への制御信号を供給するものとしてもよい。あるいは、制御信号生成回路5は減算回路4を含むとともに1次給電線9から電力を供給される負荷の共振周波数 $f_0$ を記憶しており、位相ロック回路3による発振周波数 $f$ とを入力信号としてこの共振周波数 $f_0$ と発振周波数 $f$ との差を求め、この差信号が所定範囲にあるようにキャパシタ調整回路7への制御信号を供給するものとしてもよい。

【0014】以上のように、非接触給電における1次給電側電源装置において、1次給電線9に対して直列に接続されるインダクタンス調整回路6と、受電装置10a～10n内の共振回路における共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路3により決定された発振周波数 $f$ との差が所定

マイナスの場合、すなわち共振周波数 $f_0$ の方が小さい場合には、負荷共振 $f$ を下げるために負荷側のインダクタンスを上げる制御信号をインダクタンス調整回路6に対して出力する。ところで、インダクタンス $L$ とキャパシタ $C$ と共振周波数との関係は、

範囲になるように、インダクタンス調整回路に供給する制御信号を生成する制御信号生成回路5とをさらに設け、負荷共振追尾方式とする。これにより、受電装置（搬送車）の台数や走行・停止によりたとえ1次給電線における負荷側のインダクタンスが変わったとしても、負荷共振 $f$ を受電装置における共振周波数 $f_0$ に近い値とすることができ、受電装置に対して電力供給を効率的に行える。

【0015】（第2の実施の形態）第1の実施の形態では、1次給電線における負荷側の回路定数としてインダクタンスを調整することにより、負荷共振 $f$ が搬送車の共振周波数 $f_0$ に対して所定範囲内になるように調整していたが、本実施の形態では、回路定数としてキャパシタ値を調整することにより実現する。図7は、本発明の第2の実施形態による非接触給電における1次給電側電源装置のブロック図である。図7よりこの装置は、電源回路1と、位相ロック回路3と、制御信号生成回路5と、キャパシタ調整回路7とを主な構成要素としている。なお、図7において図1の各部に対応する部分には同一の符号を付け、その説明を省略する。また、1次給電線9は分布定数回路であり、インダクタンスが分布しているが、これを図1と同様に図7においても、線路の適当個所にインダクタンス $L_1 \sim L_n$ として集中して表わしている。以下では、第1の実施の形態との相違点について説明する。

【0016】キャパシタ調整回路7は、1次給電線9に接続され、制御信号生成回路5からの制御信号に基づき1次給電線9全体のキャパシタ値を調整する。そして、制御信号生成回路5は、減算回路4において演算される受電装置10a～10nにおける共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路3により決定された発振周波数 $f$ との差を入力信号とし、この入力された差が所定範囲にあるように、キャパシタ調整回路7に供給する制御信号を生成する。すなわち、図7の非接触給電における1次給電側電源装置により、キャパシタ調整回路7において1次給電線9における負荷側のキャパシタが調整され、受電装置10a～10nにより生じるインダクタンス $L_1 \sim L_n$ 、キャパシタ調整回路7でのキャパシタおよび1次給電線側の固定のキャパシタ $C$ から決定される負荷共振 $f$ が、受電装置10a～10nの共振周波数 $f_0$ を中心とした所定範囲内になるように調整される。

【0017】次に、本実施例における制御信号生成回路5とキャパシタ調整回路7について詳細に説明する。制

御信号生成回路5は、受電装置10a～10nにおける共振回路の共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路3で決定された発振周波数 $f$ との差を入力信号とし、この差が所定範囲となるように、キャパシタ調整回路6で調整されるキャパシタ値の決定を行う。なお、ここでの所定範囲は、第1の実施例と同様に、図11に示す受電装置10a～10nで必要となる必要電力が得られる負荷共振 $f$ の範囲で、

$$-\Delta f < (f_0 - f) < \Delta f$$

の範囲もしくはこれよりも狭い範囲であるものとする。なお、制御信号生成回路5は、入力される差 $(f_0 - f)$ が上述の範囲外であって、その差がプラスの場合、すなわち共振周波数 $f_0$ の方が大きい場合には、負荷共振 $f$ を上げるために負荷側のキャパシタを下げる制御信号をキャパシタ調整回路7に対して出力する。一方、上述の範囲外であって、その差がマイナスの場合、すなわち共振周波数 $f_0$ の方が小さい場合には、負荷共振 $f$ を下げるために負荷側のキャパシタを上げる制御信号をキャパシタ調整回路7に対して出力する。なお、キャパシタの調整量は、式(1)にもとずいて決定される。

【0018】次に、キャパシタ調整回路7の構成図を図8、図9に示す。図8は、キャパシタ調整回路7において、可変コンデンサを使用した場合の構成を示す図である。図において、符号71が可変コンデンサである。このキャパシタ調整回路7において、制御回路72は制御信号生成回路5からの制御信号に基づき、可変コンデンサ71のキャパシタ値の調整を行う。なお、可変コンデンサ71は、1次給電線に対して並列に接続される。このように、可変コンデンサ71を用いることで、1次給電線における負荷側の負荷共振を細かく調整することが可能になる。

【0019】図9は、キャパシタ調整回路7において、符号73a～73nに示すようにコンデンサとスイッチとを組にしたもの複数並列に接続したものを使用した場合の構成を示す図である。このキャパシタ調整回路7において、制御回路74は制御信号生成回路5からの制御信号に基づき、各コンデンサに直列に接続されたスイッチのオン・オフを制御することによりキャパシタ値の調整を行う。なお、このような構成では、1次給電線における負荷側の負荷共振 $f$ を段階的にしか調整できないが、制御信号生成回路5における制御信号の発生パターンを限定でき、制御信号生成回路5における負荷を減らすことが可能になる。なお、図7において、制御信号生成回路5には減算回路4が含まれ、1次給電線9から電力を供給される負荷の共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路3による発振周波数 $f$ とを入力信号とし、制御信号生成回路5において、この共振周波数 $f_0$ と発振周波数 $f$ との差を求め、この差信号が所定範囲にあるようにキャパシタ調整回路7への制御信号を供給するものとしてもよ

い。あるいは、制御信号生成回路5は減算回路4を含むとともに1次給電線9から電力を供給される負荷の共振周波数 $f_0$ を記憶しており、位相ロック回路3による発振周波数 $f$ とを入力信号としてこの共振周波数 $f_0$ と発振周波数 $f$ との差を求め、この差信号が所定範囲にあるようにキャパシタ調整回路7への制御信号を供給するものとしてもよい。

【0020】以上のように、非接触給電における1次給電側電源装置において、1次給電線9に対して並列に接続されるキャパシタ調整回路7と、受電装置10a～10nにおける共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路3により決定された発振周波数 $f$ との差が所定範囲になるように、キャパシタ調整回路7に供給する制御信号を生成する制御信号生成回路5とをさらに設け、負荷共振追尾方式とする。これにより、受電装置(搬送車)の台数や走行・停止によりたとえ負荷側のインダクタンスが変わったとしても、負荷共振 $f$ を受電装置における共振周波数 $f_0$ に近い値とすることができ、受電装置に対して電力供給を効率的に行えることができるようになる。

【0021】なお、上記2つの実施例において、受電装置10a～10nとして、あらかじめ決められた軌道を移動する複数の搬送車を想定して説明した。しかし、本発明の非接触給電における1次給電側電源装置は、受電装置が搬送車の場合において効果が得られるのみでなく、1次給電線における負荷共振がなんらかの理由で変化し、かつ、受電装置における共振周波数 $f_0$ が固定の場合であれば、効率的に電力を供給することができるという効果を得ることができる。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による非接触給電における1次給電側電源回路によれば、下記の効果を得ることができる。請求項1から3に記載の発明によれば、本発明による非接触給電における1次給電側電源回路は、非接触給電における1次給電側電源装置において、1次給電線に対して接続されるインダクタンス調整回路と、受電装置における共振周波数と位相ロック回路により決定された発振周波数との差が所定範囲になるように、インダクタンス調整回路に供給する制御信号を生成する制御信号生成回路とをさらに設け、負荷共振追尾方式としている。これにより、受電装置(搬送車)の台数や走行・停止によりたとえ負荷側のインダクタンスが変わったとしても、負荷共振を受電装置における共振周波数に近い値とすることができ、受電装置に対して電力供給を効率的に行える。

【0023】また、請求項4から5に記載の発明によれば、本発明による非接触給電における1次給電側電源回路は、1次給電線に対して接続されるキャパシタ調整回路と、受電装置における共振周波数 $f_0$ と位相ロック回路により決定された発振周波数との差が所定範囲になるように、キャパシタ調整回路に供給する制御信号を生成

する制御信号生成回路とをさらに設け、負荷共振追尾方式としている。これにより、受電装置（搬送車）の台数や走行・停止によりたとえ負荷側のインダクタンスが変ったとしても、負荷共振を受電装置における共振周波数に近い値とすることができ、受電装置に対して電力供給を効率的に行えることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態による非接触給電における1次給電側電源装置のブロック図である。

【図2】 位相ロック回路の構成図である。

【図3】 位相ロック回路における位相比較器の動作を説明するための図である。

【図4】 電源回路の構成を示した単線結線図である。

【図5】 インダクタンス調整回路の構成例を示した図である。

【図6】 インダクタンス調整回路の他の構成例を示した図である。

【図7】 本発明の他の実施形態による非接触給電における1次給電側電源装置のブロック図である。

【図8】 キャパシタ調整回路の構成例を示した図である。

【図9】 キャパシタ調整回路の他の構成例を示した図である。

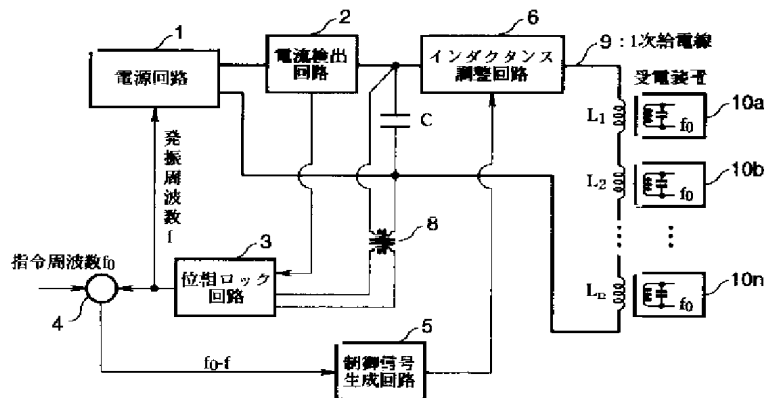
【図10】 非接触給電における1次給電側電源装置の一従来例のブロック図である。

【図11】 負荷共振と電力との関係を示した図である。

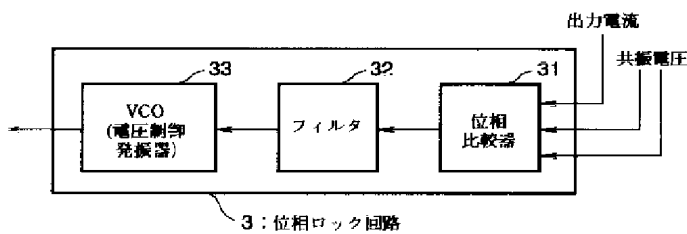
【符号の説明】

- |             |                   |
|-------------|-------------------|
| 1 電源回路      | 2 電流検出回路          |
| 3 位相ロック回路   | 4 減算回路            |
| 5 制御信号生成回路  | 6 インダクタンス調整回路     |
| 7 キャパシタ調整回路 | 8 ポテンシャル・トランスフォーマ |
| 9 1次給電線     | 10a～10n 受電装置      |

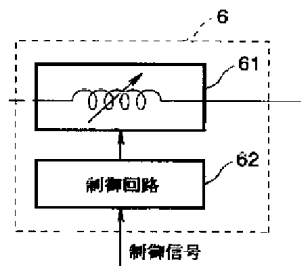
【図1】



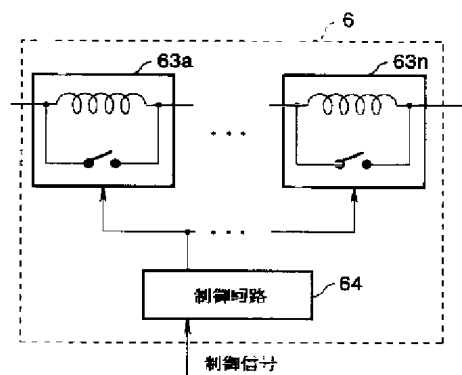
【図2】



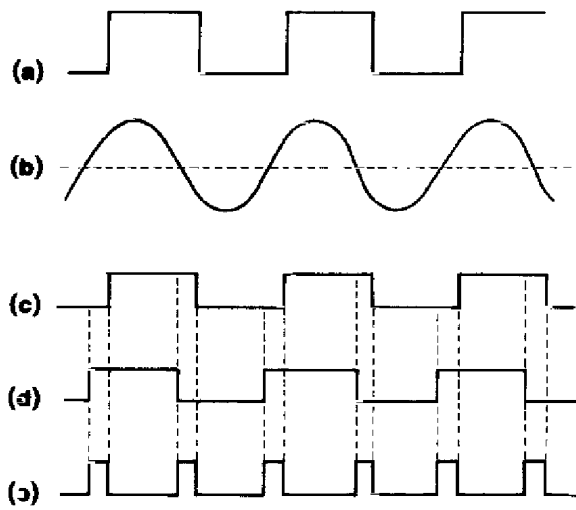
【図5】



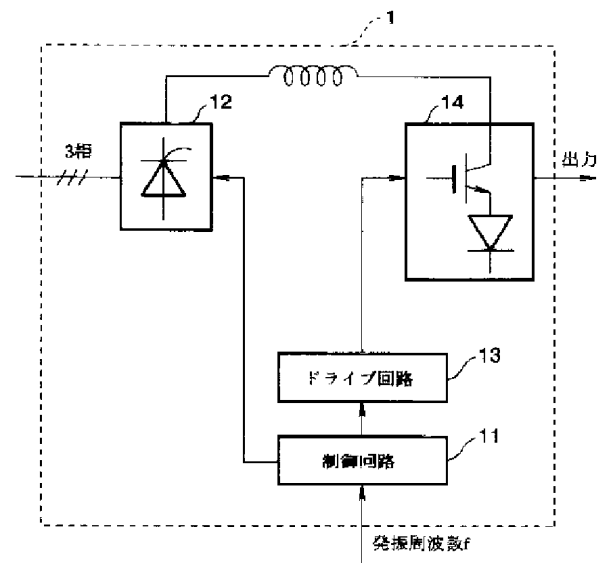
【図6】



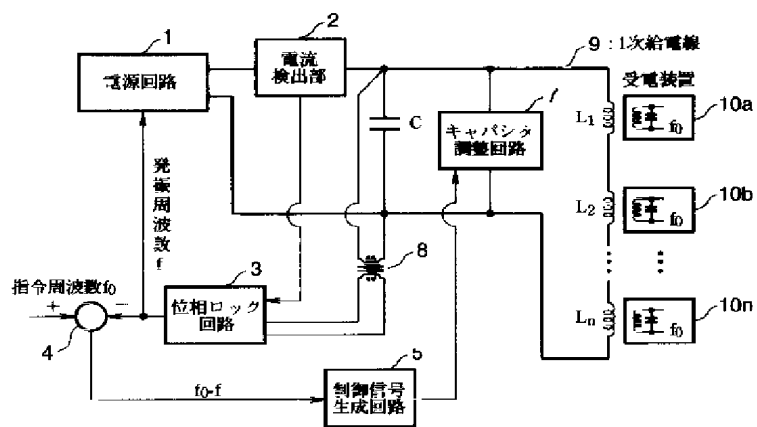
【図3】



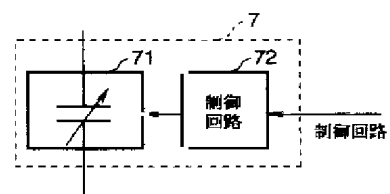
【図4】



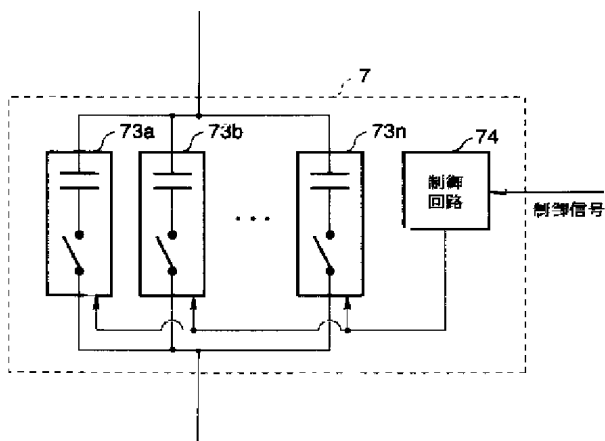
【図7】



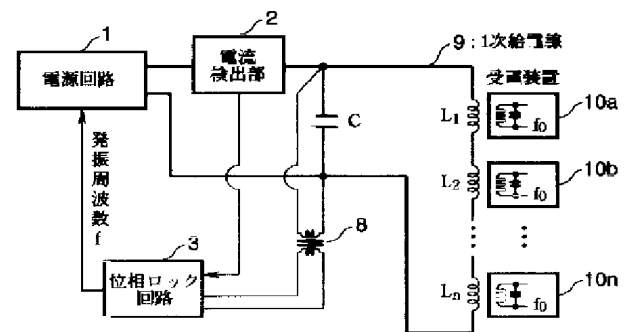
【図8】



【図9】



【図10】



【図 1 1】

